

Bewegungsgesetze der gleichmäßig beschleunigten Bewegung mit dem Timer 2-1



Physik

Mechanik

Dynamik & Bewegung



Schwierigkeitsgrad

schwer



Gruppengröße

2



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

30 Minuten

This content can also be found online at:



<http://localhost:1337/c/5f1ff67ca680cb0003fd1d40>

PHYWE

Lehrerinformationen



Anwendung

PHYWE



Versuchsaufbau

Die beschleunigte Bewegung begegnet uns überall dort im Alltag, wo sich Geschwindigkeiten ändern.

Ein Beispiel sind Fahrzeuge im Verkehr, die z. B. vor einer Ampel bremsen und bei Grün wieder Gas geben – also beschleunigen.

Wer schon mal mit einem Flugzeug geflogen ist, wird das Gefühl einer kräftigen Beschleunigung beim Starten kennen.

Eine noch viel stärkere Beschleunigung erfahren Astronauten beim Start ihrer Rakete, die die Erdbeschleunigung um ein vielfaches übersteigen muss, um die Erde verlassen zu können.

Sonstige Lehrerinformationen (1/2)

PHYWE

Vorwissen



Die Schüler sollten wissen, wie man Geschwindigkeiten berechnet und wie man Weg-Zeit-Diagramme und Geschwindigkeits-Zeit-Diagramme liest und erstellt.

Prinzip



Der Messwagen erfährt auf der schiefen Ebene eine aus dem Schwerfeld der Erde resultierende konstante Hangabtriebskraft, die den Wagen gleichmäßig beschleunigt. Die Beschleunigung a ist definiert als zeitliche Ableitung der Geschwindigkeit v welche wiederum die zeitliche Ableitung des Weges s darstellt.

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2s}{dt^2}$$

Sonstige Lehrerinformationen (2/2)

PHYWE

Lernziel



In diesem Versuch sollen die Schüler die Beschleunigung am Beispiel einer gleichmäßig beschleunigten Bewegung untersuchen und die Bewegungsgesetze in Form von Diagrammen erfassen. Die Schüler sollen lernen, aus dem Geschwindigkeits-Zeit-Diagramm die Beschleunigung abzulesen.

Aufgaben



1. Die Schüler lassen den Messwagen eine schiefe Ebene hinabrollen und messen die Fahrtzeit, die der Wagen für verschiedene Strecken benötigt.
2. Anschließend messen sie die Abschattzeit der hinteren Lichtschranke für die verschiedenen Streckenendpunkte. Hieraus werden die Momentangeschwindigkeiten berechnet.

Sicherheitshinweise

PHYWE



Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise zum sicheren Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.

PHYWE

Schülerinformationen



Motivation

PHYWE



Start eines Spaceshuttles

Du weißt schon, wie man Geschwindigkeiten messen und berechnen kann, und du kennst den Begriff "Beschleunigung" zumindest aus der Alltagssprache.

Das Gefühl einer starken Beschleunigung kennst Du bestimmt aus einem Besuch im Freizeitpark oder vom Start eines Passagierflugzeuges. Aber auch das Abbremsen stellt eine Beschleunigung dar. Die Beschleunigung beim Starten einer Rakete muss sogar dauerhaft die Erdbeschleunigung um ein Vielfaches übersteigen.

In diesem Versuch lernst Du nun an der schiefen Ebene, wie man die Beschleunigung eines Fahrzeuges quantitativ erfassen kann.

Aufgaben

PHYWE



1. Lass den Experimentierwagen die schiefe Ebene hinabrollen und miss vom Startpunkt aus seine Fahrzeiten für verschiedene Fahrstrecken!
2. Miss dann die Abschattzeiten der Lichtschranke an den Streckenendpunkten und berechne daraus mit der Breite der Abschattblende die Momentangeschwindigkeiten des Wagens!

Material

| Position | Material | Art.-Nr. | Menge |
|----------|--|----------|-------|
| 1 | Mess- und Experimentierwagen | 11060-00 | 1 |
| 2 | Abschattblende für Messwagen | 11060-10 | 1 |
| 3 | Haltebolzen | 03949-00 | 1 |
| 4 | Schlitzgewicht, schwarzlackiert, 50 g Bauart PHY | 02206-01 | 1 |
| 5 | PHYWE Stativfuß, teilbar, für 2 Stangen, $d \leq 14$ mm | 02001-00 | 1 |
| 6 | Stativstange, Edelstahl, $l = 100$ mm, $d = 10$ mm, mit Bohrung | 02036-01 | 1 |
| 7 | Stativstange, Edelstahl, $l = 250$ mm, $d = 10$ mm | 02031-00 | 1 |
| 8 | Doppelmuffe, für Kreuz- oder T-Spannung | 02043-00 | 1 |
| 9 | PHYWE Timer 2-1 | 13607-99 | 1 |
| 10 | Gabellichtschranke compact | 11207-20 | 2 |
| 11 | Verbindungsleitung, 32 A, 1000 mm, rot Experimentierkabel, 4 mm Stecker | 07363-01 | 2 |
| 12 | Verbindungsleitung, 32 A, 1000 mm, gelb Experimentierkabel, 4 mm Stecker | 07363-02 | 2 |
| 13 | Verbindungsleitung, 32 A, 1000 mm, blau Experimentierkabel, 4 mm Stecker | 07363-04 | 2 |
| 14 | Fahrbahn, $l = 900$ mm | 11606-00 | 1 |

Aufbau (1/4)

PHYWE

Nimm den Experimentierwagen, befestige daran den Haltebolzen und lege darauf die Abschattblende und das 50-g-Schlitzgewicht. Befestige dann am Stativfuß die kürzere Edelstahlstange, daran die Doppelmuffe mit der quer liegenden längeren Edelstahlstange und lege das passende Ende der Fahrbahn darauf.



Aufbau (2/4)

PHYWE

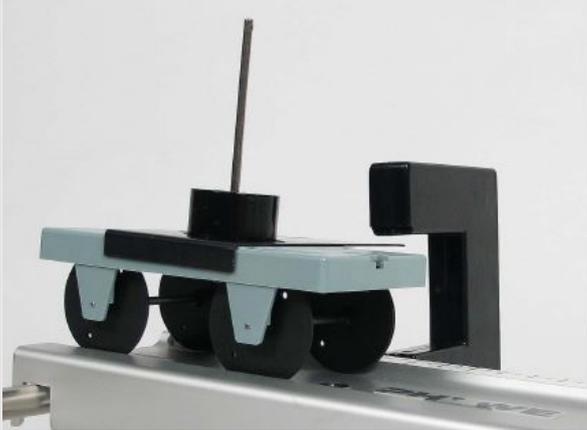
Befestige die beiden Gabellichtschranken mit je zwei Distanzbolzen so an den Adapterplatten, dass sich die Lichtschranken gut im oberen Bereich der Fahrbahn an dieser aufstellen lassen.



Gabellichtschalter mittels Distanzbolzen an Adapterplatte befestigen

Aufbau (3/4)

PHYWE



Lichtschränke positionieren

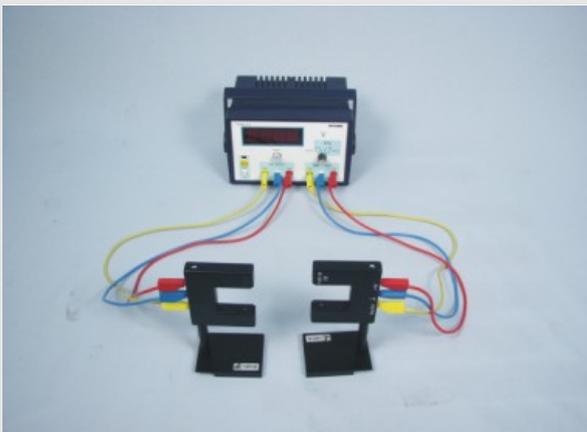
Stelle die erste Lichtschränke etwa an die 8,2-cm-Marke des Maßbandes an der Fahrbahn (orientiere dich dabei an der Mitte der Lichtschränke). Wenn sich nun der Messwagen am oberen Ende der Fahrbahn befindet, sollte die Lichtschränke gerade noch nicht unterbrochen sein. Falls nötig korrigiere die Position der Lichtschränke entsprechend etwas.

Korrigiere nun die Steigung der Fahrbahn an der Doppelmuffe so, dass die Blende des Experimentierwagens gerade noch ohne anzustoßen unter der oberen Kante der Lichtschränke hindurch fahren kann.

Positioniere die zweite Lichtschränke $\Delta s = 10 \text{ cm}$ weiter abwärts. Der Messwagen muss ohne anzustoßen hinabrollen können.

Aufbau (4/4)

PHYWE



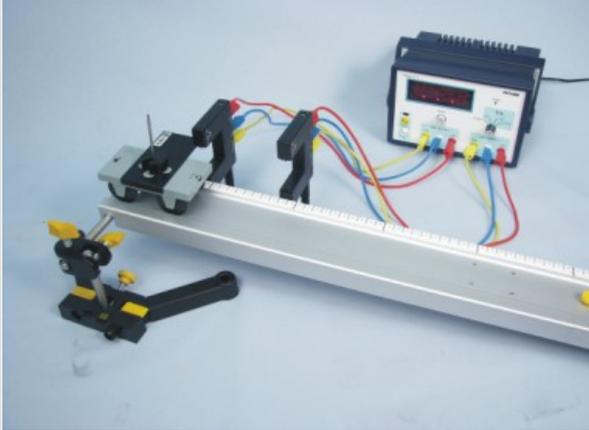
Lichtschränken mit dem Zeitmessgerät verbinden

Verbinde beide Lichtschränken mit dem Zeitmessgerät und stelle am Zeitmessgerät den Schalter über dem Feld mit der Bezeichnung "Start" in die rechte Position.

Stelle den Drehschalter auf die dritte Position von links. Dann zeigt das Gerät die Zeit an, die zwischen dem Unterbrechen der ersten und der zweiten Lichtschränke verstrichen ist.

Durchführung (1/4)

PHYWE

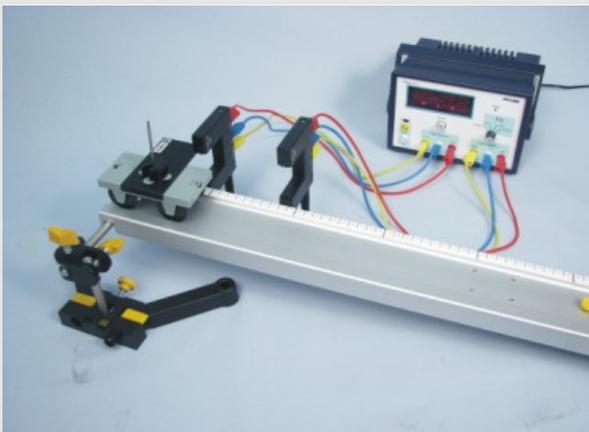


Versuchsaufbau

- Schiebe den Messwagen an das obere Ende der Fahrbahn. Der Wagen soll mit dem Fahrbahnde von oben gesehen abschließen. Achte dabei darauf, dass die Lichtschranke gerade noch nicht unterbrochen ist.
- Drücke nun den "Reset" Knopf am Timer 2-1, lass den Messwagen los ohne ihn anzustoßen und fange ihn auf, nachdem er die zweite Lichtschranke passiert hat.
- Notiere den Messwert für die resultierende Laufzeit Δt vom Unterbrechen der ersten Lichtschranke bis zur zweiten für die Strecke $\Delta s = 10 \text{ cm}$ in der Tabelle 1 im Protokoll.

Durchführung (2/4)

PHYWE



Versuchsaufbau

- Wiederhole die Messung für Abstände der zweiten Lichtschranke zu der ersten von 20 cm, 30 cm, 40 cm, 50 cm, 60 cm, 70 cm. Die Position der ersten Lichtschranke bleibt dabei unverändert.
- Prüfe vor jedem Start, ob die Blende ohne anzustoßen durch die zweite Lichtschranke hindurchfahren kann und entferne gegebenenfalls einen Distanzbolzen.
- Achte wieder vor jedem Wagenstart darauf, dass die Start-Lichtschranke erst nach dem Loslassen des Messwagens unterbrochen wird.
- Notiere alle Messwerte ebenfalls in Tabelle 1.

Durchführung (3/4)

PHYWE

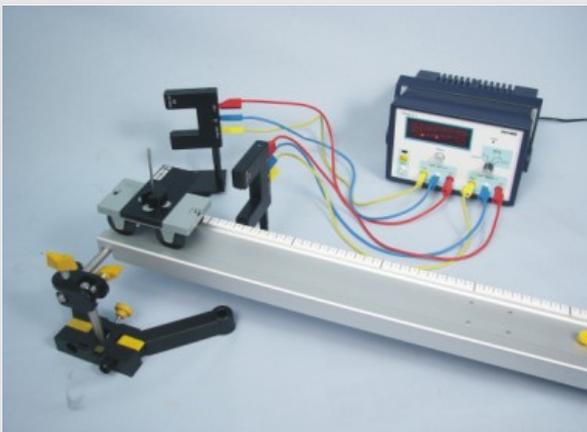


Erste Lichtschranke entfernen

- Entferne die vordere Lichtschranke so weit von der Bahn, dass sie nicht mehr von der Blende unterbrochen wird.
- Stelle den Drehschalter am Timer 2-1 auf die zweite Position von links. Dann zeigt das Gerät die Abschattzeit an. Das ist die Zeitdauer, in der eine Lichtschranke durch die Blende am Messwagen unterbrochen ist.
- Stelle die verbliebene Lichtschranke nun 2,5 cm (eine halbe Blendenbreite) vor jene Positionen, an der sie zu Beginn der ersten Messreihe stand. Auf diese Weise soll der Messfehler reduziert werden, der daher entsteht, dass im ersten Versuchteil Laufzeiten an der Vorderkante der Blende gemessen wurden, jetzt aber die Geschwindigkeit über die Blendenbreite gemittelt wird.

Durchführung (4/4)

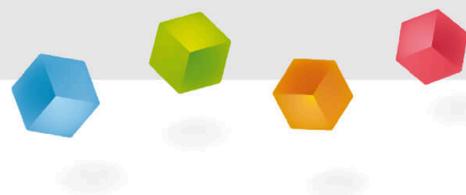
PHYWE



Erste Lichtschranke entfernen

- Miss die Zeit t , welche die Blende mit der Breite $b = 5 \text{ cm}$ zum Passieren der Lichtschranke braucht, wenn die Fahrstrecke $\Delta s = 10 \text{ cm}$ (unter der zuvor beschriebenen Anpassung der Lichtschrankenposition) hat.
- Wiederhole den Versuch für die Positionen der Lichtschranke, an denen die hintere Lichtschranke während der ersten Messreihe stand, aber vergiss nicht, die Position jeweils um 2,5 cm an der Fahrbahn aufwärts zu korrigieren.
- Notiere alle resultierenden Messergebnisse ebenfalls wieder in Tabelle 1.

PHYWE



Protokoll

Tabelle 1

PHYWE

Trage in die zweite Spalte die Fahrzeiten Δt aus dem ersten Versuchsteil ein und berechne deren Quadrate Δt^2 und trage die Werte in die Tabelle ein.

Trage in die vierte Spalte die Abschattzeiten t aus dem zweiten Versuchsteil ein. Berechne aus der Blendenbreite $b = 5 \text{ cm}$ und den Abschattzeiten t die näherungsweise Momentangeschwindigkeiten $v_m = b/t$ und trage sie in die letzte Spalte ein.

Δs [cm] Δt [s] Δt^2 [s²] t [s] v_m [cm/s]

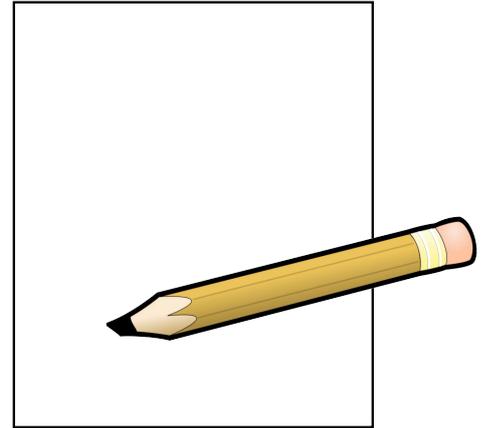
| | | | | |
|----|--|--|--|--|
| 10 | | | | |
| 20 | | | | |
| 30 | | | | |
| 40 | | | | |
| 50 | | | | |
| 60 | | | | |
| 70 | | | | |

Aufgabe 1

PHYWE

Nimm Dir nun ein Blatt Papier zur Hand, auf dem du ein Diagramm erzeugst. In diesem Diagramm stellst du den zurückgelegten Weg Δs sowie die mittlere Geschwindigkeit v_m (y -Achse) in Abhängigkeit der Laufzeit Δt (x -Achse) dar.

Nimm Dir dann noch ein Blatt Papier zur Hand, auf dem du ein weiteres Diagramm erzeugst. In diesem Diagramm stellst du den zurückgelegten Weg Δs (y -Achse) in Abhängigkeit des Quadrates der Laufzeit Δt^2 (x -Achse) dar.



Aufgabe 2

PHYWE



Versuchsaufbau

Welche Kurvenform stellt der Graph im Weg-Zeit-Diagramm am ehesten dar?

- Der Verlauf ist exponentiell.
- Der Verlauf ähnelt einer Parabel durch den Ursprung.
- Der Verlauf ist linear.

Überprüfen

Aufgabe 3

PHYWE

Betrachte das Weg-(Zeit)²-Diagramm. Welche Schlussfolgerungen lassen sich daraus über den Verlauf des Weg-Zeit-Diagramms treffen? Markiere die zutreffenden Antworten.

- Es ergibt sich bei der Auftragung s gegen t^2 eine Gerade durch den Ursprung. Deshalb muss es sich bei der Auftragung s gegen t (Weg-Zeit-Diagramm) um eine Parabel durch den Ursprung gehandelt haben.
- Das Weg-(Zeit)²-Diagramm lässt grundsätzlich keine Schlussfolgerungen auf den Verlauf der Kurve im Weg-Zeit-Diagramm zu.
- Die Nichtlinearität des Kurvenzuges bestätigt, dass es sich um einen exponentiellen Verlauf der Kurve im Weg-Zeit-Diagramm handelt.

[✓ Überprüfen](#)

Aufgabe 4

PHYWE



Versuchsaufbau

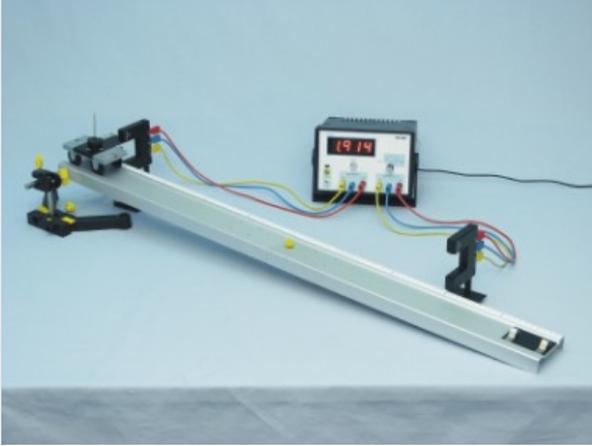
Welche Aussage lässt sich aus der Linearität des Geschwindigkeits-Zeit-Diagramms schließen?

- Die Linearität lässt erkennen, dass es sich um eine geradlinige Bewegung handelt.
- Die Linearität lässt erkennen, dass es sich um eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung handelt.

[✓ Überprüfen](#)

Aufgabe 5

PHYWE



Versuchsaufbau

Berechne aus dem Geschwindigkeits-Zeit-Verlauf die Steigung $a = \frac{\Delta v_m}{\Delta t}$. Diese gibt die Beschleunigung an, mit welcher der Wagen auf der Fahrbahn immer schneller wird. Rechne die Beschleunigung in die Einheit m/s^2 um und gib den Zahlenwert ein!

$$a = \boxed{} \frac{m}{s^2}$$

Aufgabe 6

PHYWE

Der Zahlenwert der Beschleunigung a ist deutlich geringer als die Erdbeschleunigung g mit $g = 9,81 m/s^2$. Warum ist das so? Wodurch wird der Wagen überhaupt beschleunigt?

- Der Wert ist deutlich geringer, da der Wagen parallel zur Fahrbahn beschleunigt wird und hierbei nur ein kleiner Teil der Erbeschleunigung aufgrund der Steigung mitwirkt.
- Der Wert ist deutlich geringer, da der Wagen zusätzlich durch den Luftwiderstand abgebremst wird.
- Es besteht kein Zusammenhang zwischen Erbeschleunigung und der Bewegung des Wagens.

 Überprüfen

Aufgabe 7

Ordne die Diagramme passend zu!

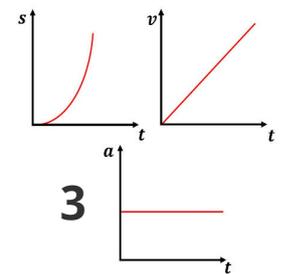
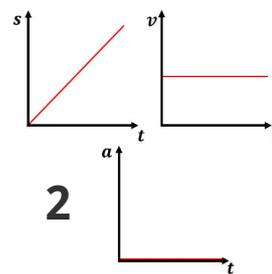
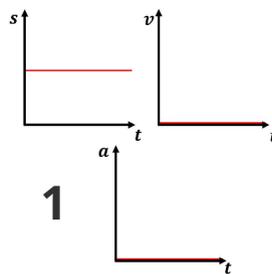
Diagramm : Ein Fahrzeug wird geradlinig gleichmäßig beschleunigt.

Diagramm : Ein Fahrzeug steht unbewegt an einer Stelle.

Diagramm : Ein Fahrzeug bewegt sich geradlinig und gleichförmig.

3 2 1

Überprüfen



| Folie | Punktzahl/Summe |
|---|-----------------|
| Folie 21: Weg-Zeit-Diagramm | 0/1 |
| Folie 22: Weg-(Zeit) ² -Diagramm | 0/1 |
| Folie 23: Geschwindigkeit-Zeit-Diagramm | 0/1 |
| Folie 25: Vergleich mit Erdbeschleunigung | 0/1 |
| Folie 26: Bewegungsdiagramme | 0/3 |

Gesamtsumme ★ 0/7